

Programa de Pesquisa em Aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental



ISSN 1517-2201

Novembro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos342

Programa de Pesquisa em Aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental

Marcos Tucunduva de Faria

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2008

Esta publicação está disponível no endereço:
http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração

Presidente: Moacyr Bernardino Dias-Filho
Secretário-Executivo: Walkymário de Paulo Lemos
Membros: Adelina do Socorro Serrão Belém
Ana Carolina Martins de Queiroz
Célia Regina Tremacoldi
Luciane Chedid Melo Borges
Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Revisão Técnica: José Ribamar Felipe Marques – Embrapa Amazônia Oriental

Supervisão editorial: Adelina Belém
Supervisão gráfica: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisão de texto: Luciane Chedid Melo Borges
Normalização bibliográfica: Adelina Belém
Editoração eletrônica: Ione Sena
Foto da capa: Raimundo Nonato Teixeira

1ª edição

Versão eletrônica (2008)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Faria, Marcos Tucunduva de Programa de pesquisa em aquicultura para a Embrapa Amazônia Oriental / Marcos Tucunduva de Faria. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

52p. : il. ; 21cm. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 342)

ISSN 1517-2201

1. Aquicultura. 2. Recurso pesqueiro. 3. Pesca. 4. Piscicultura. 5. Produção pesqueira 6. Desenvolvimento socioeconômico. 7. Agricultura familiar. 8. Espécie em extinção. I. Título. II. Série.

CDD: 639.5

© Embrapa 2008

Autor

Marcos Tucunduva de Faria

Médico Veterinário, Mestre em Patologia Humana e
Doutor em Biologia Celular e Tecidual, Pesquisador
da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

tucun@cpatu.embrapa.br

Apresentação

Diante do quadro de desenvolvimento socioeconômico contínuo vivenciado atualmente pela Amazônia Oriental, no qual se tem priorizado a preservação do meio ambiente e o aproveitamento de áreas degradadas, a aqüicultura pode exercer papel fundamental na geração de recursos alimentares, proteção de espécies sobreexploradas e ameaçadas de extinção e desenvolvimento econômico.

A Embrapa Amazônia Oriental, embora tenha sido pioneira na implantação da criação de algumas espécies aquáticas, atualmente não consegue atender à demanda técnico-científica crescente em aqüicultura. Mas esse quadro tende a ser modificado, com a somatória de esforços para a implantação de linhas de pesquisa consistentes e que atendam às demandas existentes.

Nesse contexto, foi detectada a necessidade da elaboração de um Programa de Pesquisas em Aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental. Para tanto, foi realizado um levantamento das pesquisas desenvolvidas em aqüicultura na Unidade e na região, além de uma pesquisa sobre os atuais convênios de transferência de tecnologia por meio de criações aqüícolas.

Tomando-se como base o Plano Diretor de Unidade (PDU), foram também sugeridas algumas atividades, como o estudo de novas espécies e pesquisas nas áreas de biotecnologia, tudo com a finalidade de direcionar, intensificar e melhorar a qualidade das pesquisas em aqüicultura na Embrapa Amazônia Oriental.

Cláudio José Reis de Carvalho

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Programa de Pesquisa em Aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental	9
Introdução	9
Caracterização do Problema Focalizado pelo Projeto em Rede	9
Estado da Arte	10
Objetivos	28
Objetivo Geral	28
Objetivos Específicos	28
Projetos Componentes do Projeto em Rede	29
Estratégia de Ação	33
Resultados e Impactos Esperados	35
Riscos e Dificuldades	36
Medidas de Segurança Ambiental, Biológica e Pessoal Estratégia de Gestão do Projeto em Rede	38
Referências	39

Programa de Pesquisa em Aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental

Marcos Tucunduva de Faria

Introdução

Caracterização do problema focalizado pelo projeto em rede

A aqüicultura nacional está em situação de desvantagem em relação à aqüicultura mundial. A falta de desenvolvimento tecnológico para as espécies nativas para o seu manejo nutricional, reprodutivo e sanitário, os altos custos das rações, a não identificação de espécies com potencialidade para a criação ornamental, comestível e forrageira e a falta de boas práticas de manejo (BPM) para o desenvolvimento de uma aqüicultura sustentável são os principais fatores identificados que atravancam a aqüicultura da região. No entanto, esse quadro pode ser revertido, pois o Brasil (em especial a região Amazônica) dispõe de significativas vantagens, como grande diversidade de espécies aqüícolas, temperatura elevada, disponibilidade hídrica e oferta de matérias-primas para o desenvolvimento de rações alternativas.

Entende-se que o crescimento da aqüicultura amazônica como atividade produtiva necessita de desenvolvimento de tecnologia para o incremento produtivo, na viabilização da produção de alevinos, na redução dos custos de produção (destacam-se os custos com rações), na conservação dos espaços ambientais por meio do aproveitamento racional dos recursos hídricos e na redução das enfermidades endêmicas. Vale mencionar que as deficiências tecnológicas não são as mesmas para as diferentes espécies (em muitos países, a solução dessas deficiências foi conseguida com investimentos em cada espécie). Dentre as principais espécies utilizadas para a aqüicultura no Brasil, existe uma aceitação de mercado

para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*). No entanto, as espécies se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico.

O crescimento das atividades de produção de organismos aquáticos tem originado obstáculos que afetam diretamente a produtividade e a qualidade da atividade, estando a área de sanidade e biossegurança como um dos principais entraves detectados nos segmentos da cadeia produtiva. Formas alternativas de prevenção e estratégias para fortalecer o sistema imune dos animais aumentam a resistência desses organismos cultivados frente às adversidades ambientais e ao desafio de patógenos ou organismos oportunistas, como uma visão responsável e sustentável para a produção de organismos aquáticos, ou seja, a obtenção de métodos de prevenção e o desenvolvimento de tecnologias visando à redução do uso indiscriminado de antibióticos e quimioterápicos. Essas alternativas no sistema de produção permitirão uma considerável melhora no desempenho e na capacidade de resposta do organismo frente aos fatores estressantes.

No entanto, a falta de conhecimento sobre um monitoramento regular dos peixes criados em cativeiro e na orientação de produtores e empresários, profissionais e técnicos, destaca a importância da investigação e difusão de conhecimento entre as diferentes partes envolvidas no processo, bem como a capacitação de pesquisadores e técnicos para a implantação de manejo sanitário adequado para a criação de organismos aquáticos. Por fim, entende-se que as ações aqui propostas, como estratégias de investigação nutricional, reprodutiva, sanitária e adaptabilidade ao cativeiro são diferenciadas, mas interligadas e complementares, visando viabilizar não só o incremento produtivo dessas espécies potenciais, mas também viabilizar economicamente a produção de alevinos e a menor descarga poluente ao meio aquático.

Estado da arte

A produção aquícola mundial vem aumentando nos últimos anos. Em 1990, a produção era de 20 milhões de toneladas e, em 2001, esses números já ultrapassavam 60 milhões de toneladas, 43 % atribuídos aos ambientes de água doce (BORGHETTI et al., 2003). No Brasil, a produção total de pesca e aqüicultura passou de 700.000 toneladas em 1996 para um milhão de toneladas em 2005 (257.780 t atribuídos à aqüicultura). As

três espécies mais criadas foram a tilápia, com 67.000 t; as carpas, com 42.000 t, e o tambaqui, com 25.000 t produzidas ao ano. Esses números são pequenos comparados à aqüicultura a demanda nacional.

A criação de espécies nativas, por sua vez, não estabelece nenhuma cadeia produtiva, basta mencionar que, enquanto no País a contribuição das espécies nativas em relação ao total de peixes cultivados na piscicultura brasileira representou 17 % em 1995 (IBAMA, 1997), na Ásia, representou 95 %. Isso se deve, principalmente, à falta de pacotes tecnológicos para a garantia da criação sustentável com obtenção de lucros. Existem, ainda, diversos elos nos ciclos de criação que precisam ser fortalecidos (Tabelas 1 e 2).

Na Amazônia Oriental, o pirarucu (*Arapaima gigas*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) representam peixes que podem vir a ser importantes recursos aqüícolas sustentáveis para a região Amazônica. O *A. gigas* reúne características que, inicialmente, parecem bastante atraentes à piscicultura, tais como: rusticidade, excelente desempenho (pode atingir 10 kg no primeiro ano de cultivo), carne de qualidade, com rendimento de 57 % e alto valor de mercado. Contudo, o seu sistema produtivo ainda está longe da consolidação, comprometida por muitos entraves. Pode-se citar a sexagem, o treinamento alimentar de alevinos, a sanidade, a reprodução, a nutrição e os custos de produção de cada ciclo. O *C. macropomum* é bem distribuído pelo Brasil, sendo nativo da Bacia Amazônica e autóctone na bacia do Nordeste e São Francisco (Portaria nº 145/98, de 29 de outubro de 1998, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente). As relações ecológicas de suas comunidades são essenciais para a manutenção de diversos ecossistemas brasileiros (JÉGUA; KEITH, 1999). Alguns autores demonstram que o *A. gigas* e o *C. macropomum* e seus estoques naturais estão sendo ameaçados com uma retirada maior que a permitida (SAINT-PAUL et al., 1986), constando na lista de animais sobreexplorados do Ibama. Desse modo, sua criação comercial torna-se um objeto importante para a manutenção e preservação dessas espécies e a diminuição da retirada de seus estoques naturais, com aplicabilidade, inclusive, técnica para reproduções cruzadas com outras espécies.

Tabela 1. Sugestão de algumas espécies aqüícolas de interesse comestível, ornamental e forrageiro que podem vir a ser pesquisadas pela Embrapa Amazônia Oriental. As mesmas foram classificadas de acordo com o seu atual estado da arte em: 1- Desconhecido, 2- Poucas investigações, 3- Conhecimento suficiente para início de práticas de cultivo. Também foi fornecida a quantidade de trabalhos científicos indexados na base de dados *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* (ASFA).

Nome científico	Nome popular	Manejo nutricional	Manejo reprodutivo	Manejo sanitário	Adaptabilidade ao cativeiro	Artigos publicados ASFA	Aptidões
<i>Myleus rubripinnis</i>	Pacuzinho vermelho	1	1	1	3	2	Ornamental, comestível.
<i>Piaractus brachipomus</i>	Pirapitinga, Caranha	3	3	2	3	37	Ornamental, comestível.
<i>Serrasalmus humeralis</i>	Pirambeba	1	1	1	2	2	Ornamental, comestível.
<i>Boulengerella cuvieri</i>	Bicuda, pirapucu	1	1	1	2	0	Ornamental, comestível.
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Cachorra-facão, Peixe-cachorro, Ripa	1	2	2	1	6	Comestível.
<i>Pellona castelnaeana</i>	Apapá-amarelo, Peixe-novo, Sardinhão	1	1	2	1	3	Comestível.
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Aruanã	1	1	2	3	38	Ornamental, comestível.
<i>Arapaima gigas</i>	Pirarucu	3	2	2	3	73	Ornamental, comestível.
<i>Astronotus ocellatus</i>	Acará-açu, Apaiari, Oscar	2	3	3	3	83	Ornamental, comestível, forrageira.
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina-de-água-doce, Pescada-branca	3	3	2	3	58	Comestível.
<i>Paratrygon aiareba</i>	Arraia-disco	1	3	2	3	3	Comestível, ornamental.
<i>Potomotrygon motoro</i>	Arraia-cinza, Arraia-grande	1	1	2	3	0	Comestível, ornamental.

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome científico	Nome popular	Manejo nutricional	Manejo reprodutivo	Manejo sanitário	Adaptabilidade ao cativeiro	Artigos publicados ASFA	Aplicações
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubé, Palmito, Fidalgo	1	1	1	1	0	Comestível.
<i>Pterodoras granulosus</i>	Abotoado, Armau, Armado	2	1	2	3	17	Comestível.
<i>Oxydoras niger</i>	Cuiú-cuiú	1	1	1	1	1	Comestível.
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Piraíba, filhote	1	1	1	1	9	Comestível.
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	1	1	1	1	0	Comestível.
<i>Leiarius marmoratus</i>	Jundiá, Jandiá, Peixe-leopardo, Bagre-pintado	2	2	1	3	6	Comestível, ornamental.
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	Pirarara	2	1	2	3	6	Comestível, ornamental.
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubim, cachara	2	3	2	3	39	Comestível.
<i>Prochilodus marginatus</i>	Curimatã	2	3	2	3	9	Comestível.
<i>Satanoperca jurupari</i>	Jurupari	1	1	1	3	1	Forrageiro, ornamental.
<i>Mesonauta festivus</i>	Acará-festivo	1	1	1	3	0	Forrageiro, ornamental.
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamoatã	1	3	1	3	77	Comestível, forrageiro, ornamental.
<i>Colossoma macroporum</i>	Tambaqui	3	3	3	3	291	Comestível.
<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Camarão-canela	3	3	3	3	58	Forrageiro, Comestível.

Tabela 2. A tabela fornece os dados dos trabalhos científicos registrados na *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* (ASFA). Nos 71 trabalhos levantados, foram registrados dados investigando os seguintes assuntos: Poluição (17); Genética (9); Fisiologia (8); Distribuição populacional (6); Parasitologia (6); Conservação e meio ambiente (4); Ecologia (4); Pesca (4); Sistemática (3); Nutrição (2); Alimentação humana (2); Reprodução (1); Aproveitamento agroindustrial (1); Outros (4). Desses trabalhos, 32 foram publicados por primeiro autor brasileiro (dentro os quais 19 amazônicos), 32 por primeiros autores da Europa, Estados Unidos e Austrália, e 8 por primeiros autores do Peru, Bolívia, Colômbia e Panamá. O quadro demonstra a pouca ação dos grupos brasileiros com muitos trabalhos publicados fora do País e a falta de prioridade para os assuntos que promoveriam o desenvolvimento da aqüicultura.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
1. Pesca dinâmica de manejo	Museu de História Natural/ IB – Unicamp	Brasil, Campinas	2007	Mamirauá	<i>Colossoma macropomum</i> (tambaqui) <i>Arapaima gigas</i> (Pirarucu)
2. Poluição Mercúrio	UnB	Brasil – Brasília	2007	Rio Madeira	tucunare (<i>Cichla spp</i>) traíra (<i>Hoplias malabaricus</i>) piranhas (<i>Serrasalmus spp</i>) barba chata (<i>Pirinampus pirinampu</i>) curimatã (<i>Prochilodus nigricans</i>)
3. Conservação biodiversidade	Universidad de Sevilla	Espanha	2007	Rio Amazonas	Várias espécies
4. Pesca ornamental Conservação ecologia	Department of Anthropology, University College London	Inglaterra	2007	Amazônia Ocidental Peruana	10 espécies
5. Poluição Mercúrio	Universite du Quebec a Montreal	Canadá	2007	Rio Tapajós	Consumo de peixes
6. Níveis tróficos	Universitat de Girona	Espanha	2007	Amazônia boliviana	Relação entre peixes e floresta
7. Pesca e habitats aquáticos	Universite du Quebec a Trois-Rivieres	Canadá	2007	Rio Orinoco	Habitats de peixes
8. Poluição mercúrio	UFPA	Brasil, PA	2007	Vilas amazônicas	Crianças ribeirinhas
9. Genética	Museu Suíço de História Natural	Suécia	2006	Oeste amazônico	<i>Symphysodon discus</i> <i>Symphysodon aequifasciatus</i>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
10. Genética	Universidade Estadual de Maringá	Brasil, PR	2006	Paraná	<i>Cichla monoculus</i> (tucunaré azul)
11. Genética	Universidade Maior de San Andres	Bolívia	2006	Bacia do Madeira, Amazônia Boliviana	<i>Cichla</i>
12. Comportamento e distribuição	Universidade Maior de San Simon	Bolívia	2006	Rio Paraguai	<i>Cichla</i>
13. Genética Especiação	Instituto de Pesquisa Tropical Smithsiosian	Panamá	2006	Amazonas, Orinoco, Oceano Atlântico	<i>Saparisoma</i> spp e <i>Nicholsina</i> spp
14. Genética microsatélites	Universidade de Macquarie	Austrália	2006	Rio Negro	Peixe papagaio
15. Fisiologia	Inpa	AM	2006	Lago Camaleão	<i>Blacking hatcheffish, Carnegiella marthae</i>
15. Depleção de oxigênio				Rio Solimões	20 espécies de oito famílias
16. Parasitologia	Universidade de Cartagena	Colômbia	2006	Costa Norte da Bacia Colombiana e Rio Amazonas	Nematodo (<i>Contracaecum</i> spp) <i>Hoplias malabaricus</i>
17. Biogeografia	Universidade do Litoral	França	2006	América do Sul	Vários caracíformes
18. Fisiologia Ácido ascórbico	Inpa	AM	2006	Criatórios	<i>Colossoma macropomum</i>
19. Poluição Mercúrio Malária	UnB	Brasília	2006	Manaus- população ribeirinha e urbano	Consumidores de peixe
20. Parasitologia	Instituto de Ciências da Saúde	Portugal	2006	Baixo Amazonas	<i>Metynnis argenteus</i> Parasita: <i>Myxozoa (Myxobolus metynnis)</i>
21. Poluição Mercúrio	Universidade de Grenoble	França	2006	Reserva de Petit, Saut Guiana Francesa	Água
22. Fisiologia Identificação de toxinas	USP	SP	2006	Amazônia	<i>Puffer fish Colomesus asellus</i>
23. Genética Linhagens	Museu de História Natural da Suécia	Suécia	2006	Amazônia Oriental	<i>Apistogramma caetei</i>
24. Parasitologia	Museu de História Natural da Suíça	Suíça	2006	Amazônia	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> Parasita: <i>Nomimoscolex sudobim</i>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
25. Fisiologia	Embrapa	AM	2006	Criatórios	<i>Arapaima gigas</i> <i>Poecilia formosa</i> <i>Poecilia latipinna</i> <i>Poecilia mexicana</i> Parasita: black spot disease
26. Parasitologia	Universidade de Oklahoma	EUA	2006	Criatórios	Tetranematichthys
27. Sistemática	Museu Nacional de História Natural	EUA	2006	Rio Negro Rio Oniroco Rio Guaporé	Lung fish <i>Lepidosiren paradoxa</i> Parasita: <i>Elmeria lepidosirensis</i>
28. Parasitologia	Instituto Evandro Chagas	PA	2006	Belém, PA	<i>Propidemelodus caesi</i>
29. Sistemática	Museu de História Natural	França	2006	Amazônia	<i>Silver arawana</i> <i>Osteoglossum bicirrhosum</i>
30. Ambientalismo Tratados de proteção	Universidade de McGill	Canadá	2006	Amazônia Peruana	<i>Rhabdolichops nigrimans</i>
31. Sistemática	Universidade da Flórida	EUA	2006	Amazônia Central Brasil	<i>R. navalha</i> <i>R. lundbergi</i>
32. Medicina	Hospitala Salvador Marsella	França	2006	Amazônia	<i>Potamotrygon</i> (ferroadas em duas pessoas)
33. Distribuição populacional Hábitos alimentares	Universidade de San Simon	Bolívia	2006	Amazônia Boliviana	28 espécies de peixes
34. Distribuição populacional	Inpa	AM	2006	Amazônia Central Terra firme	18 espécies de peixes
35. Pesca artesanal	UFRJ	RJ	2006	Manacapuru Amazônia Central	Crianças ribeirinhas, captura de 22 espécies de peixes
36. Hábitos alimentares	Ufam	AM	2006	Lago Camaleão Amazônia Central	<i>Cichla monoculus</i> <i>Schizotun fasciatum</i> <i>Prochilodus nigricans</i> <i>Tripottheus angulatus</i> <i>Colossoma macroporum</i> <i>Mylossoma duriventre</i>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
37. Medicina carne	Inpa	AM	2006	Rio Amazonas	Várias espécies
38. Poluição Surfactante, petróleo	Ufam	AM	2006	Experimento em laboratório	<i>Hyphessobrycon erythrostigma</i>
39. Poluição mercúrio	UFPA	PA	2005	Comunidades ribeirinhas Amazônia	Mulheres ribeirinhas
40. Poluição Mercúrio	Unesp, Jaboticabal	SP	2005	Alta Floresta, MT Paranaíta, MT	Diversas espécies, níveis de mercúrio
41. Poluição\ Fisiologia\ Petróleo	Universidade de Notre Dame	EUA	2005	Experimento em laboratório	<i>Colossoma macroporum</i>
42. Distribuição populacional	Universidade de Sevilla	Espanha	2005	36 lagos de planícies aluviais	194 espécies de peixe, 43 classificadas como migratórias curtas
43. Fisiologia Anestésico Eugenol	Inpa	AM	2005	Experimento em laboratório	<i>Colossoma macroporum</i>
44. Distribuição populacional Áreas degradadas	UFRJ	RJ	2005	Lago Batata Rio Trombetas	Várias espécies
45. Fisiologia Hipóxia\ Anóxia	Inpa	AM	2005	Experimento em laboratório	<i>Astronotus crassipinnis</i> <i>Symphodon aequifasciatus</i>
46. Mercúrio\ bioacumulação	Universidade de Quebec	Canadá	2005	3 lagos de ligação do Tapajós, Amazonas	Várias espécies piscívoras e não piscívoras
47. Ecologia	ONG Conservação Internacional do Brasil	PA	2005	Amazônia Brasileira	Várias espécies, artigo de conservacionismo
48. Parasitologia	Universidade do Porto	Portugal	2005	Rio Amazonas, próximo à Manaus	<i>Semaprochilodus insignis</i> , parasita: <i>Myxobolus insignis</i>
49. Poluição Mercúrio	Universidade de Bordeaux	França	2005	Guiana Francesa	13 peixes comuns a bacia
50. Poluição Mercúrio Selênio	UFPA	PA	2005	Cachoeira do Piriri, PA	47 peixescarnívoros 44 peixes onívoros 4 peixes herbívoros,

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
51. Poluição Fisiologia Mercúrio	Inpa	AM	2005	Rio Madeira Rio Solimões	<i>Prochilodus nigricans</i> <i>Mylossoma duriventris</i> <i>Hoplias malabaricus</i>
52. Poluição mercúrio	Universidade de Bordeaux	França	2005	Hidroelétrica de Petit-Saut	<i>Hoplias aimara</i>
53. Nutrição	UFSM	RS	2005	Experimento em laboratório	<i>Brycon cephalus</i>
54. Poluição mercúrio	Ibama	Brasília	2005	Amazônia Oriental	Índios mundurucus Kayabís
55. Poluição mercúrio	Centro OceanográficoHarbour Branch	EUA	2005	Napo River Valley	população
56. Meio ambiente Desflorestamento Nutrição dos peixes	Universidade de Copenhagen	Copenhagen	2005	Amazônia Equatoriana	<i>Astyanax zonatus</i> <i>Knodus gamma</i> <i>Prionobrama filigera</i> Freshwater stingrays (Potamotrygonidae)
57. Reprodução	UFPA	PB	2005	Amazônia Brasileira	13 espécie
58. Ecologia	Ufam	AM	2005	Amazônia Terra firme	Pirarucu, tambaqui, matrinx e tamoata
59. Fisiologia	Embrapa	AM	2005	Laboratório	<i>Colossoma macroporum</i> <i>Arapaima gigas</i>
60. Aquacultura	IIPA	Peru	2005	Amazônia geral	Meio ambiente
61. Meio ambiente Ocupação	Inpa	AM	2005	Rondônia Hidroelétrica de Samuel	Filetagem de peixes
62. Aproveitamento agroindustrial	Inst. Amaz. De Invest. Cient. Sinchi	Colômbia	2005	Amazônia Colombiana	<i>Cichla monolusculus</i> <i>C. temensis</i> <i>C. spp</i>
63. Genética Identificação de híbridos	Inpa	AM	2005	Amazônia Central	Engraulidae Gobiidae Microgobius meeki Gerreidae
64. Ictiofauna	Ufes	ES	2005	Estuários Amazônia	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Assunto	Instituição de pesquisa	Local da instituição	Ano	Local da pesquisa	Espécie
65. Antropologia	Unicamp	Brasil - SP	2004	Amazônia	Hábito de comer peixe em casos de doença
66. Ecologia	Universidade de Massachusetts	EUA	2004	Rio Amazonas	Ordem Gymnotiformes (43 espécies de peixes elétricos)
67. Ecologia	Comitê de Conservação de Washington	EUA	2004	Rio Amazonas	Peixes elétricos e o Rio Amazonas
68. Fisiologia	Universidade da Columbia Britânica	Canadá	2004	laboratorial	Catfish <i>Liposarcus pardalis</i>
69. Genética Marcadores moleculares	Universidade Macquarie	Austrália	2004	laboratorial	Cardinal tetra <i>Paracheirodon axelrodi</i>
70. Genética Marcadores moleculares	Universidade Macquarie	Austrália	2004	laboratorial	Pencilfish <i>Nannostomus unifasciatus</i>
71. Poluição Mercúrio	UMR CNRS	França	2004	Guiana Francesa Hidroelétrica Petit-Saut	Cyprinoides

Na reprodução, alguns dos mais importantes peixes criados em cativeiro apresentam dificuldades na ovulação e na espermiação (FONTAINE, 1975; BERLINSKY et al., 1997). Nos salmonídeos, na falência final, os óvulos tendem a ser reabsorvidos (BROMAGE et al., 1994). Muitos peixes, dentre eles o *A. gigas*, também apresentam essa falência reprodutiva. Alguns estudos abordaram o seu desenvolvimento gonadal em diversos estágios de maturação (GODINHO et al., 2005), no entanto, a falência reprodutiva não foi associada a esses estágios. As falências reprodutivas mencionadas anteriormente são ligadas a fatores hormonais do eixo hipotálamo-hipófise. Os hormônios glicoproteicos da hipófise dos vertebrados são as gonadotrofinas (GTH) e as tireotrofinas (TSH). Os dois tipos de GTH são: o hormônio luteinizante (LH) e o hormônio estimulador de folículo (FSH).

Estudos recentes na subordem Acanthopterygii (SHIMIZU et al., 2003a) demonstraram homologias no LH que variavam de 63 % a 81 %. Não foram comparados muitos Characiformes, porém os espermatozóides do *Paracheirodon innesi* apresentaram positividade ao LH. Alguns estudos determinaram positividade de outras espécies de peixes utilizando anti-soros de peptídeos sintéticos do LH e do FSH (SHIMUZU et al., 2003b) e níveis aumentados do LH na hipófise de algumas espécies (ANDO; SWANSON, 2003; KLENKE; ZOHAR, 2003).

Existem poucos estudos caracterizando a hipófise de peixe amazônicos, suas afinidades histoquímicas e de seus tipos celulares. Em outras espécies de peixes, já foi demonstrada a positividade celular ao PAS, como no salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e também sua dependência aos fotoperíodos (KOMOURDJIAN et al., 1989; KOMOURDJIAN; SAUNDERS, 1991). Outros demonstraram sete tipos celulares distintos no teleosteo marinho *Crenilabrus melops* (BENJAMIN, 1979). Foram também caracterizadas e seqüenciadas as subunidades do LH e o FSH do linguado do Atlântico (*Hippoglossus hippoglossus*) e a sua presença na hipófise por meio de imunohistoquímica e hibridização in situ (WELTZIEN, 2002). Também já foram determinados hormônios hipofisários nos diversos ciclos reprodutivos no salmão-cereja (*Oncorhynchus masou*) e na garoupa alaranjada (*Epinephelus coioides*) (BHANDARI, 2003; LI et al., 2007).

Alguns estudos abordaram o papel do LH em algumas espécies de peixes, como o *Oryzias latipes*, em que foram investigados os receptores do LH (HIRAI et al., 2003) e, no caso do *Odontesthes bonariensis* e do *Epinephelus septemfasciatus*, foram determinadas algumas ações biológicas das subunidades do LH e do FSH (MIRANDA et al., 2003). Outros investigaram o papel fisiológico do *Pagrus major* e determinaram que o FSH estava ligado à espermatogênese, enquanto o LH somente à ovogênese (KOICHIRO et al., 2003; KUMAKURA et al., 2004), confirmando o papel do LH na ovulação de mais uma espécie de Teleósteo.

Também no *Gasterosteus aculeatus*, o LH foi associado ao período de desenvolvimento das gônadas em fêmeas (HELLQVIST, et al., 2001). Para a indução de gametogênese por meio das GTHs, geralmente são realizadas a clonagem e a expressão do GTH espécie-específico, obtendo-se uma proteína heteróloga. Inicialmente, pela sua amplificação (DEGANI et al., 2003; SCHMITZ et al., 2005) e, posteriormente, pela ligação das cadeias χ e β (KASUTO; LEVAVI-SIVAN, 2005; ZHOU et al., 2005). O LH é uma glicoproteína de duas subunidades que devem ser expressas em um vetor que permita sua glicosilação e as subunidades χ e β não podem ser tóxicas para o vetor de expressão (NARAYAN et al., 2000; GARCIA-CAMPAYO; BOIME, 2001; SHEIN, 2003). Como não foi identificado, caracterizado e seqüenciado nenhum dos hormônios hipofisário de espécies amazônicas, os estudos de hibridização in situ, clonagem e PCR em tempo real ficam na dependência de estudos iniciais de identificação e seqüenciamento dos hormônios. As relações com as GTH e as TSH ainda não foram estudadas e demandam futuras investigações para a indução de gametogênese em criações comerciais, projetos ambientais, etc., bem como futuras investigações científicas nas áreas de endocrinologia e reprodução de peixes, abrindo novos caminhos para os estudos das GTH durante a gametogênese do *A. gigas* e outros teleósteos.

Na nutrição, a intensificação do cultivo de organismos aquáticos exige o uso de dietas balanceadas e completas, que aliem a essas qualidades o requisito de serem ambientalmente sustentáveis. Estudos sobre os níveis protéicos das dietas são importantes para contribuir com o processo de produção e minimizar os impactos ambientais ocasionados

pela intensificação dos cultivos baseados em espécies carnívoras. Dentro do grupo dos peixes carnívoros, existem muitos estudos sobre o nível ideal de proteína em salmonídeos, mas muitos peixes brasileiros não têm determinados os seus níveis ideais de proteína (PEZZATO et al., 2004). As rações elaboradas com base em proteína da farinha de peixe possuem teor de fósforo acima das exigências estabelecidas pelo NRC. Dessa forma, boa parte desse nutriente não é utilizada pelos peixes, sendo excretada para o meio aquático, podendo levar à eutrofização, comprometendo a qualidade da água e as características sensoriais da carne.

De acordo com Pezzato et al. (2004), a substituição de ingredientes convencionais por ingredientes não convencionais, encontrados, muitas vezes, próximos do pequeno produtor, tem sido prática e econômica. Segundo o mesmo autor, a digestibilidade de muitos produtos regionais e subprodutos agrícolas têm mostrado resultados efetivos sobre a utilização dos nutrientes. As altas temperaturas da água no território brasileiro favorecem a digestão dos carboidratos, pois quanto maior a temperatura da água maior a atividade de amilases. Ingredientes de fonte energética como a raspa da mandioca, a silagem do milho, a algarobra e a farinha de varredura de mandioca apresentam boa digestibilidade e podem ser incluídas em dietas para peixes (SILVA; PEZZATO, 2000; PEZZATO et al., 2004; BOSCOLO et al., 2002). Ingredientes como a folha de *Moringa oleífera*, a farinha de sangue tostada, a *Atriplex nummularia*, o soro de leite e o farelo de coco encontrado no Semi-Árido brasileiro, são fontes alternativas de proteína testadas e recomendadas para peixes (AFUANG et al., 2003 ; BARROS et al., 2004; SOLIMAN, 2000; PEZZATO et al., 2004).

A proteína, que é o macronutriente mais caro da dieta (KHAN et al., 1993), exerce ampla função no desenvolvimento dos peixes, pois é constituinte dos tecidos do organismo animal, além de ser responsável pela formação de enzimas e hormônios, entre outras funções (CAMPBELL, 1991). Diversos estudos buscam a concentração protéica ótima da dieta, concentração mínima que promove o máximo ganho em peso (WEBSTER et al., 1992; NG et al., 2001; MEYER; FRACALOSS, 2004) e, também, a melhor concentração energética (PEZZATO, 1990; CAMARGO et al.,

1998; WATANABE et al., 2001). Entretanto, desde a década de 1970, um enfoque especial tem sido dado à relação existente entre os níveis protéico e energético da dieta (relação proteína/energia, P/E) (PAGE; ANDREWS, 1973; GARLING; WILSON, 1976). Isso porque, de maneira geral, os peixes e outros monogástricos se alimentam até que suas necessidades energéticas sejam supridas (LOVELL, 1998). Então, dietas apresentando uma baixa relação P/E podem fazer com que os peixes, ao se saciarem, não tenham suprido suas necessidades protéicas e, assim, não expressem o máximo potencial de ganho em peso, podendo acumular gordura na carcaça (DUAN et al., 2001; NG et al., 2001). Por outro lado, quando essa relação é alta, ao se saciarem, muita proteína é ingerida, não havendo na dieta energia suficiente para metabolizá-la até a formação de tecido (SHIAU; LAN, 1996). Nesse último caso, parte da proteína em excesso será utilizada como energia, aumentando os custos da dieta e fazendo com que o nitrogênio de sua composição seja excretado, aumentando a poluição do meio aquático.

Uma das estratégias para se reduzir a concentração protéica da dieta de peixes, então, é aumentar a concentração energética para que, desse modo, os peixes utilizem carboidratos e lipídios como energia, poupando a proteína. Entretanto, existem espécies que utilizam melhor os carboidratos que os lipídios. Por exemplo, a enguia européia parece utilizar melhor os carboidratos que os lipídios como fonte energética, poupando assim a proteína (SANZ et al., 1993). Já a truta utiliza melhor os lipídios que os carboidratos (BRAUGE et al., 1995), tendo também sua taxa de lipogênese variando em função da relação carboidrato/lipídio da dieta. Pelo exposto, não apenas as concentrações de proteína e energia da dieta são importantes, mas também a proporção entre as fontes energéticas não protéicas (JANTRAROTAI et al., 1998; ERFANULAH; JAFRI, 1998). Diversos são os estudos que enfocam a relação proteína/energia da dieta no desenvolvimento dos peixes. Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos dessa relação sobre o desenvolvimento de diversas espécies brasileiras.

Embora tenham sido realizados estudos com o uso de enzimas digestivas para o *A. gigas* (CAVERO, 2004), os estudos a respeito das exigências protéicas e energéticas são ainda insuficientes (FONSECA, 2004; ITAUSSÚ

et al., 2005; PADILHA et al., 2007). Ainda faltam estudos sobre a fonte energética (lipídio ou carboidrato) mais adequada para poupar a proteína da dieta e proporcionar um crescimento mais eficiente e econômico. Existe a necessidade de se realizar um estudo mais abrangente, envolvendo os principais nutrientes da dieta: proteínas, carboidratos e lipídios. O *C. macroporum* é uma espécie de reconhecida importância na piscicultura da região Amazônica, alimenta-se de frutos e sementes, zooplâncton, insetos, caramujos, etc., variando a proporção desses itens conforme o crescimento e mudanças no nível da água (SILVA; PEZZATO, 2000). Oliveira (2005) testou a eficiência de uma dieta à base de rações comerciais, frutos e sementes, obtendo bom desempenho com camu-camu e jauari, proporcionando um custo de 30 % a 50 % menor que as rações comerciais. Fonseca (2004) já investigou o uso do farelo de soja em substituição à farinha de peixe. Entretanto, existe a necessidade de avançar nesse tipo de conhecimento, mas adotando-se os critérios de dietas isoprotéicas e isoenergéticas, de exigências energética e protéica e de melhor relação carboidrato lipídio, para permitir a comparação de dados e um avanço criterioso. Esse aspecto é considerado pela FAO como sendo primordial para a segurança alimentar dos países em desenvolvimento. Lipídios destacam-se por seu elevado valor energético e por sua aplicabilidade na elaboração de dietas comerciais. Uma alternativa para o aumento da eficiência de uma dieta comercial é a sua suplementação com aditivos, tais como probióticos.

Outro aspecto nutricional importante é que as dietas comerciais, além de fornecerem os nutrientes essenciais necessários para o funcionamento fisiológico normal, podem servir como veículo de aditivos, não necessariamente digestíveis, que podem afetar a saúde dos animais, como é o caso dos probióticos (GATLIN, 2002). De acordo com Tovar et al. (2002), leveduras são candidatas promissoras a probióticos na aqüicultura, graças à sua habilidade de se fixar e crescer na mucosa intestinal dos peixes, produzindo poliaminas (BUTS et al., 1994; ANDLID et al., 1998). Segundo Bardócz et al. (1993), poliaminas são moléculas que participam de numerosos processos biológicos, incluindo replicação e diferenciação celular na biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas, sendo consideradas como promotoras de crescimento.

A levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) é um produto natural de fermentação industrial, que contém vários componentes imunoestimulantes, tais como β -glucanos, ácidos nucleicos e oligossacarídeos, sendo utilizada como aditivo dietético para vários animais. Diferentes estudos demonstraram que a levedura é capaz de aumentar as respostas imunológicas (SIWICKI et al., 1994; ORTUNO et al., 2002) de várias espécies de peixes. Adicionalmente, uma otimização no crescimento pela incorporação de leveduras vivas na dieta foi previamente descrita em juvenis e peixes adultos (TOVAR-RAMIREZ et al., 2004). Segundo Tovar-Ramirez et al. (2004), o melhor desempenho dos peixes alimentados com dietas suplementadas com leveduras vivas, quando comparado à suplementação com leveduras inativas e poliaminas purificadas, seria explicado pelo fornecimento de poliaminas in situ, nos intestinos, promovido pela suplementação da dieta com leveduras vivas. Para diversas espécies, entretanto, não existem relatos de resultados positivos contundentes com a aplicação de bactérias ácido láticas disponíveis no mercado. Em camarões, várias espécies de bactérias do gênero *Vibrio* têm sido isoladas, debilitando o estado imune do camarão para a sua replicação (KARUNASAGAR et al., 1994). Apesar dos resultados controversos com a utilização dos produtos disponíveis no mercado, diversos estudos demonstram que a utilização de bactérias probióticas pode melhorar o crescimento dos camarões (VENKAT et al., 2004).

Das 3.000 espécies de peixes amazônicos, 50 são comercializadas e muitas têm potencial forrageiro (VAL; HONKZARYK, 1995; TEIXEIRA FILHO, 1991; GUERRA et al., 2000). Dentre os poucos estudos com espécies forrageiras para o *A. gigas*, destacam-se, no Peru, a *Poecilia reticulata*, *Cichlasoma amazonarum* e *Moenkhausia* spp. E, no Brasil, o acari (*Plecostomus* spp.) e o tamoatá (*Hoplosternum littorale*) (MOURA-CARVALHO; NASCIMENTO, 1992; LOWE-MCCONNELL, 1999) (Tabela 1). No entanto, sua biologia e desempenho em cativeiro são pouco conhecidos, inviabilizando seus sistemas de cultivo (GARUTTI, 2003). A seleção de uma espécie forrageira como apoio ao cultivo de uma espécie de peixe carnívora/predadora é guiada pelo conhecimento de aspectos básicos de sua morfologia, comportamento alimentar e reprodutivo e da estrutura populacional. As espécies que reúnem características como

tamanho adequado à alimentação da espécie carnívora, comportamento alimentar onívoro e oportunista, alta fecundidade e crescimento populacional explosivo são potencialmente úteis para atender a esse objetivo. Na Amazônia, destacam-se com potencial forrageiro para o *A. gigas* as espécies *Satanoperca jurupari*, *Mesonauta festivus*, ciclídeos, e *Astyanax* cf. *bimaculatus*, um caracídeo. Caracídeos do gênero *Astyanax* constituem um dos principais peixes forrageiros dos ecossistemas aquáticos da América do Sul (GARUTTI, 2003). São espécies de alta fertilidade, que apresentam desova de período longo, estratégia eficaz na produção da futura prole e vantajosa para o cultivo (VENEGUE; ORSL, 2003).

Problemas relacionados à alimentação, qualidade da água, doenças infecciosas e parasitárias acarretam significativos prejuízos econômicos (CECCARELLI et al., 1990; MARTINS et al., 2002). A expansão da aqüicultura ocasiona o aparecimento de fatores de risco à saúde dos peixes, em decorrência do manejo inadequado, baixa qualidade de água, sistemas de cultivo com alta densidade, baixa oferta de alimentação natural, desbalanço nutricional e ausência de medidas profiláticas. Um dos problemas mais sérios da aqüicultura intensiva é o aparecimento de doenças que provocam elevadas taxas de mortalidade. Isso ocorre em virtude do desequilíbrio na relação hospedeiro/parasito/ambiente (MARTINS et al., 2002). Dessa forma, os organismos tidos como patogênicos facultativos passam a ter sua transmissão grandemente facilitada, ocorrendo um aumento na possibilidade de continuação do ciclo de vida (PAVANELLI et al., 2002). Assim, o estudo de agentes causadores de enfermidades nos peixes é de grande importância, pois podem provocar elevadas taxas de mortalidade, redução de estoques ou diminuição dos valores comerciais dos animais.

Na questão ambiental, há inúmeras demandas, desde o correto entendimento e aplicação da legislação brasileira até a questão de gerenciamento de resíduos sólidos da produção. Os sistemas de produção aqüícola dependem, fundamentalmente, dos ecossistemas nos quais estão inseridos, de modo que o desenvolvimento de técnicas de manejo para aumentar a sua competitividade e, conseqüentemente, a sua rentabilidade, deve ser acompanhado pela avaliação dos impactos causados por essa

atividade (VALENTI et al., 2000). Dentre os impactos, destacam-se o aumento da poluição da água por meio do acúmulo de matéria orgânica e de sólidos em suspensão nos efluentes e a degradação de áreas do entorno reservadas à conservação dos recursos naturais. Atualmente, existe um consenso de que esses impactos ambientais podem ser evitados ou minimizados a partir da adoção de códigos de práticas que têm como base as Boas Práticas de Manejo (BPMs).

Existe um interesse muito grande em substituir a farinha de peixe por farelos vegetais nas rações utilizadas pela aqüicultura. Embora o sucesso referente a esse esforço se restrinja basicamente às pesquisas com nutrição e na melhoria da tecnologia para a fabricação de ração, os aqüicultores deveriam usar rações de uma forma mais racional para minimizar o desperdício e assegurar uma conversão mais eficiente dos nutrientes contidos na ração. Uma vez consideradas as questões ambientais relacionadas com a qualidade da água e com a preservação da biodiversidade, ainda é preciso considerar os aspectos socioeconômicos relacionados com a aqüicultura, os quais, fundamentalmente, se resumem aos conflitos sobre o uso da terra, da água e de outros recursos naturais, como também sobre a eficiência da relação entre os atores do setor.

Disputas sobre os direitos da terra são muito comuns nas áreas costeiras dos países, e o direito de uso dessas áreas reside em concessões ou empréstimos outorgados por órgãos do governo local ou federal, em lugar do direito de uso, garantido pela propriedade da terra. Outros conflitos, como os que ocorrem entre fornecedores, produtores e processadores/consumidores atrapalham o desempenho da atividade, fator que pode desestruturar a cadeia e inviabilizar sua manutenção como geradora de emprego e renda. É imprescindível para a sustentabilidade da atividade buscar soluções participativas entre os atores sociais da cadeia produtiva e suas representações e gestores públicos e comunitários para o conflito entre a expansão da atividade e o comprometimento com a manutenção de ecossistemas e a preservação da biodiversidade.

Em resumo, este Programa de Pesquisas em aqüicultura para a Embrapa Amazônia Oriental propõe, além de uma investigação constante do estado da arte e ações de pesquisa e desenvolvimento em aqüicultura na Amazônia

Oriental, a ampliação das instalações e pesquisas em aqüicultura nesse Centro da Embrapa. Entre essas ações, está a intensificação das pesquisas em nutrição e reprodução do *A. gigas* e do *C. macroporum*, a identificação, caracterização e valorização de novas espécies aquáticas ornamentais, comestíveis e forrageiras para o cultivo comercial na agricultura familiar, e a validação de um conjunto de BPMs que irão permitir a redução dos impactos ambientais causados pela produção intensiva de organismos aquáticos, de forma a otimizar a competitividade e a sustentabilidade da aqüicultura na região.

Observação: partes do texto referentes à nutrição e às práticas de bom manejo foram retiradas dos referidos projetos componentes do Macroprograma 1 da Embrapa, e o presente autor foi líder de um deles, membro das equipes e ajudou a redigi-los.

Objetivos

Objetivo Geral

Estabelecimento de um programa de pesquisa em aqüicultura que contemple os problemas da Amazônia Oriental.

Objetivos Específicos

- 1 Levantamentos periódicos do estado da arte e ações de pesquisa e desenvolvimento em aqüicultura na Amazônia Oriental.
- 2 Revitalização, manutenção e ampliação das instalações para pesquisas em aqüicultura na Embrapa Amazônia Oriental.
- 3 Intensificação das pesquisas em nutrição e reprodução das espécies *Arapaima gigas* e *Colossoma macropomum*.
- 4 Identificação, caracterização e valorização de novas tecnologias e espécies aquáticas ornamentais, comestíveis e forrageiras para o cultivo comercial e na agricultura familiar.
- 5 Desenvolvimento de práticas de bom manejo para a aqüicultura na Amazônia Oriental.

Projetos componentes do projeto em rede

PC1: Gestão

Descrição

A gestão do projeto será realizada pela constituição de um grupo gestor formado pelos responsáveis pelos projetos componentes e coordenado pelo líder do projeto. Esse grupo gestor, por meio de reuniões periódicas de planejamento, acompanhamento e avaliação, tratará de todas questões técnicas, administrativas e gerenciais, bem como da integração e da natureza transversal deste projeto componente com os demais projetos componentes. Serão utilizados como instrumentos reuniões periódicas com os pesquisadores envolvidos nas atividades do projeto, formação de um grupo de discussão (workshops, reuniões presenciais), reuniões no Catir Embrapa e o preenchimento da árvore hiperbólica para acompanhamento da execução dos planos de ação e atividades.

PC2: Revitalização das instalações para pesquisas em aqüicultura da Embrapa Amazônia Oriental

Descrição

A estação experimental possui nove tanques de alevinagem vazando, cinco tanques de nutrição vazando, vários itens de segurança e instalação elétrica irregulares, uma parte das cercas está derrubada e não existe um laboratório para experimentos com organismos aquáticos. Além disso, existem poucos animais na Estação Experimental: três matrizes de pirarucu, 40 pirarucus jovens e algumas dezenas de tambaquis. Por fim, a estação possui uma infra-estrutura básica para a criação de peixes ornamentais: 120 caixas de marfinite e 10 ninhadeiras em condições de uso, mas não utilizadas, bem como 10 aquários e 10 tanques de alevinagem que necessitam de reparos. Para resolver esses problemas, serão elaborados projetos para captação de recursos, tanto para a recuperação das instalações, como para a revitalização e ampliação dos aparatos de pesquisa para o desenvolvimento do cultivo de novas espécies comestíveis, ornamentais e forrageiras de interesse regional.

PC3: Levantamentos periódicos do estado da arte da aqüicultura na Amazônia Oriental

Descrição

Não existem levantamentos recentes do estado da arte da aqüicultura na Amazônia Oriental. Embora a pesca seja a principal atividade econômica relacionada ao fornecimento de peixes e organismos aquáticos ao consumo humano, a aqüicultura é uma atividade que a cada ano adquire novos adeptos e sua implantação consistente é fundamental para o fornecimento da proteína animal e diminuição da pressão da pesca sobre as espécies nativas. No entanto, não existem dados para o planejamento da atividade na região. O levantamento desses dados é fundamental para a implantação de programas de pesquisa e atividades de extensão. Portanto, esse PC pretende, por meio da contratação de estagiários, alunos de pós-graduação e captação de recursos em editais específicos, fazer um levantamento atual da situação da piscicultura na região.

PC4: Pesquisas em nutrição e reprodução do *Arapaima gigas* e do *Colossoma macropomum*.

Descrição

O *C. macroporum* foi a terceira espécie mais produzida pela aqüicultura nacional, com 50.000 toneladas produzidas (as duas primeiras foram a tilápia e a carpa, ambas espécies não nativas). O *A. gigas*, por sua vez, não se encontra, ao menos, dentre as 20 espécies mais cultivadas nos estados brasileiros. O *A. gigas* é nativo da Bacia Amazônica e autóctone na Bacia do São Francisco e do Nordeste. O *C. macroporum* é bem distribuído pelo Brasil, sendo nativo da Bacia Amazônica (IBAMA, 1998). Os *C. macroporum* são onívoros com tendências herbívoras: alimentam-se de frutos e sementes e também de peixes, crustáceos e moluscos. É tida como umas das espécies mais importantes no extrativismo e na criação comercial e os adultos chegam a pesar 20 kg. Os *A. gigas* são carnívoros, possuem carne saborosa e os adultos chegam a pesar 80 kg, possuindo um grande potencial para criação comercial na América Latina, porém ainda demandam diversos estudos e investigações. Desse modo, a criação em cativeiro dessas espécies torna-se um objeto importante para a sua preservação e diminuição da retirada dos seus estoques naturais. Embora tenha se iniciado a criação do *A. gigas* na Embrapa Amazônia Oriental desde

1984, até hoje não foram implantadas nessa Unidade técnicas modernas para os estudos da criação dos mesmos e do *C. macroporum*. Cabe então, o início de projetos e estudos para pesquisas nas áreas de nutrição e biotecnologia para implantação da reprodução controlada. Com isso, a Embrapa Amazônia Oriental desenvolverá pesquisas de última geração e trabalhará em conjunto com outros grupos, estabelecendo parcerias para o desenvolvimento de pesquisas modernas para impulsionar a aqüicultura dessas duas espécies.

PC5: Novas espécies aquáticas ornamentais, comestíveis e forrageiras na Amazônia Oriental.

Descrição

No que tange aos peixes ornamentais, sua criação, captura e comercialização, seu mercado é de alcance mundial em franca expansão. No Brasil, a produção restringe-se ao extrativismo, ocorrido, principalmente, na Bacia Amazônica, considerada o maior fornecedor mundial de peixes ornamentais de água doce, comércio que movimenta milhões de dólares e retira, anualmente, entre 30 e 40 milhões de peixes dos ambientes naturais, dentre esses, aproximadamente, 150 espécies diferentes. Apesar de toda essa demanda no comércio mundial, no Brasil, os recursos ornamentais são pouco enfocados em pesquisas aquícolas. A pouca difusão do cultivo, a falta de informação sobre a criação das espécies ornamentais, a facilidade oferecida pelo extrativismo e a aparente abundância sem limites dos estoques naturais são fatores limitantes para as criações comerciais. No entanto, sabe-se que os estoques são limitados e essas criações podem amenizar a sua retirada da natureza. O acari zebra (*Hypancistrus zebra*), espécie nativa, endêmica e exclusiva do Rio Xingu, pode ser extinto com a implantação da Hidro Norte, seguindo os exemplos de extinção do acará-disco e do cardinal-tetra do médio Rio Negro. Portanto, os esforços devem levar em consideração o cultivo de peixes ornamentais e também a educação para o extrativismo realizado de forma sustentável para diminuir o impacto desse tipo de comércio sobre o meio ambiente, gerando, inclusive, formas lucrativas de subsistência, uma vez que os preços de animais aquáticos ornamentais são superiores aos preços dos animais comestíveis.

A diversidade íctica amazônica, por sua vez, agrupa milhares de espécies, muitas delas com potencial para a aqüicultura, tanto para o consumo humano, como para animais forrageiros de criações aquícolas. No entanto, ao invés do uso desses animais, espécies exóticas são utilizadas em piscicultura (carpa, tilápia, etc.), sem consideração das espécies nativas e sem considerar o risco que isso representa para o equilíbrio dos ecossistemas naturais. A introdução de espécies exóticas em ambientes aquáticos pode conduzir ao declínio das populações ícticas, extinções locais e alterações na estrutura das comunidades de invertebrados. Os ecossistemas de rios e lagos são muito diferentes, por isso essas introduções devem ser evitadas. Por esses motivos, é preciso conhecer a biologia e a genética das espécies nativas para o desenvolvimento de uma aqüicultura sustentável que considere o equilíbrio da biodiversidade desses ambientes. Assim, deve-se estabelecer um programa de identificação e cultivo de uma espécie forrageira adequada para a alimentação de peixes carnívoros e novas espécies com potencial alimentício. O conhecimento da biologia das espécies proporcionará informações que permitirão avaliar o estabelecimento do seu potencial aquícola. Estudos relativos à reprodução e crescimento (comportamento reprodutivo, tipo de fecundação, maturação sexual, época de desova, requerimentos nutricionais, entre outros) determinarão as condições de cultivo ideais para cada espécie.

PC6: Práticas de bom manejo para a aqüicultura na Amazônia Oriental

Descrição

Os indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade da água e de sedimentos serão padronizados, bem como as metodologias de avaliação dos impactos ambientais dos diversos sistemas de produção. Também serão avaliadas as concentrações de hormônios, substâncias antimicrobianas, metais pesados e pesticidas utilizados nos diversos sistemas de produção aquícola ou que são introduzidos pelas atividades externas, bem como será determinado o DNA de bactérias indicadoras de poluição e de bactérias resistentes isoladas de manguezais. Os resultados proverão um índice de qualidade ambiental para os sistemas de produção aquícola avaliados e correlacionados com o índice de sanidade. A partir disso, serão validadas metodologias para biomonitoramento dos sistemas de produção aquícola

selecionados pelo projeto. Após a padronização das metodologias, serão desenvolvidos estudos básicos da biologia e distribuição das populações de moluscos colonizadoras dos viveiros com potencial para causar danos à produção.

O objetivo é validar a adoção e a eficácia de um conjunto de BPMs para os diversos sistemas de produção aquícola locais e regionais e também para as espécies selecionadas. Tais respostas servirão para subsidiar futuros Códigos de Conduta para a atividade, bem como para consolidar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental da aquíicultura, permitindo, dessa forma, rastrear a qualidade das espécies cultivadas por meio da adoção de uma caderneta de campo que será desenvolvida para cada um dos sistemas de produção aquícola.

Estratégia de ação

No PC1, serão utilizadas ferramentas gerenciais, como: realização de reuniões periódicas com os pesquisadores envolvidos nas atividades do projeto; formação de um grupo de discussão (workshops, reuniões presenciais), em tempo real dos dados obtidos no projeto (Catir) e administração dos recursos financeiros. Essas ferramentas coordenarão e integrarão os demais PCs. O PC 2 tem o objetivo de fazer um levantamento periódico do estado da arte da aquíicultura na Amazônia Oriental, para que, com essas informações, seja possível direcionar as demandas dos demais PCs. Serão utilizadas como base as informações disponíveis em literatura e também os estudos desenvolvidos pelos institutos de pesquisa da região, por meio da procura da literatura disponível e da localização dos atores humanos e institucionais envolvidos. Além disso, sugere-se a locação de recursos financeiros e humanos para constantes investigações e elaboração de uma base de dados para a pesquisa em aquíicultura na Embrapa Amazônia Oriental. O PC3 compreende a renovação do convênio firmado entre a Cosanpa, Sectam e a Embrapa, na estação experimental de aquíicultura na APA do Utinga, e a ampliação e revitalização das instalações existentes. Essa área é de interesse estratégico para os estudos de aquíicultura, por sua posição estratégica e também por ser a única área com estrutura física disponível para estudos em aquíicultura na

Embrapa Amazônia Oriental. O PC 4 refere-se à intensificação dos estudos em nutrição e reprodução do *A. gigas* e do *C. macroporum* (espécies já cultivadas e estudadas na estação, mas com detalhes técnico-científicos que ainda demandam vários estudos).

O detalhamento das densidades das espécies em tanques rede, rações alternativas para uso em comunidades carentes e seus comportamentos fisiológicos e reprodutivos serão estudados, estabelecendo padrões de conhecimento semelhantes aos estudos desenvolvidos em espécies como a carpa, o salmão, a tilápia, a truta arco-íris e outras espécies cultivadas em todo o mundo. Serão redigidos e enviados projetos aos órgãos fomentadores, solicitando recursos em diversos patamares financeiros. Esses projetos serão desenvolvidos pela equipe envolvida com aqüicultura na Embrapa Amazônia Oriental e, de acordo com a área de pesquisa, terá a coordenação do pesquisador correspondente da área. Nesses projetos serão solicitados recursos também para a reforma das instalações da estação experimental em que os mesmos serão desenvolvidos.

Os resultados obtidos serão redigidos na forma de artigos científicos, apresentados em congressos e submetidos às revistas científicas. Resultados pertinentes serão elaborados na forma de apostila ou informativos para que sirvam a produtores e agricultores familiares. O PC 5 visa à identificação, caracterização e implementação do cultivo de novas espécies aquáticas com aptidões comestíveis, ornamentais e forrageiras. O lago Bolonha e o Água Preta (ao lado da estação) e todos os grandes rios da Amazônia Oriental abrigam muitas espécies com essas aptidões. Desse modo, serão determinadas quais espécies têm potencial para o cultivo e, por meio de análises potenciais, será estabelecida qual espécie será cultivada e os padrões iniciais para o cultivo dessa espécie. Para isso, serão enviados projetos às entidades financiadoras (nos últimos anos, os recursos ornamentais estão sendo contemplados em vários editais). O cultivo de uma nova espécie aquática forrageira será determinado entre as espécies nativas regionais, bem como o de espécies nativas com importância comestível e potencial de criação em cativeiro. Um detalhe importante é que o *A. gigas* necessita de uma espécie forrageira nativa para a sua alimentação. O PC6 trata do manejo inadequado dos diversos

sistemas de cultivo utilizados no Brasil para a produção de organismos aquáticos, os quais vêm causando uma série de impactos ambientais negativos que poderão ser significativamente prevenidos e minimizados por meio da adoção de um conjunto de BPMs. Este PC abrange o tema central da pesquisa por meio da seleção de indicadores de qualidade da água para gestão ambiental da aqüicultura em acordo os demais PCs a partir de um elemento comum, que é a qualidade da água e o manejo dos sistemas de produção aquícola, cujas inter-relações têm um efeito direto sobre a biossegurança e sanidade, nutrição e alimentação, melhoramento genético e aproveitamento e desempenho agroindustrial. Destaca-se que este projeto componente está em sintonia com os objetivos da Agência Nacional de Águas (ANA), que aponta a necessidade de articulação em rede nacional tanto para o monitoramento integrado dos aspectos de quantidade e qualidade da água, biomonitoramento e aplicação de modelos de qualidade da água, quanto para o aumento na melhoria ao acesso e a divulgação de informações já obtidas. Cita-se, ainda, que o Brasil se prepara para a estruturação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, que se tornará um avanço na disponibilização, visualização e transparência das informações sobre qualidade da água no País. Por isso, todos os outros PCs estarão em sintonia com as BPMs no seu avanço das pesquisas.

Resultados e impactos esperados

Os resultados contribuirão para melhorar o sistema de criação do *A. gigas* e do *C. macropomum* em cativeiro em bases sustentáveis e econômicas, disponibilizando tecnologias que permitam a oferta regular de animais oriundos da criação em cativeiro com custos de produção reduzidos. A elaboração de indutores de espermiacção/ovulação servirá para a obtenção de espermatozóides e óvulos que servirão para a fertilização in vitro, o planejamento de cruzamentos e a obtenção de um número elevado de alevinos a um menor custo. Ambos poderão ser transformados em produtos. Sendo a ração responsável por cerca de 55 % dos custos de produção, o uso de ingredientes alternativos poderá diminuir esse custo, além de diminuir o despejo de compostos nitrogenados que prejudicam a

qualidade da água dos viveiros. O controle das enfermidades servirá para a obtenção de sucesso na criação com protocolos mais adequados, viáveis economicamente e com o menor grau de danos ao ambiente, permitindo a produção de pescado de qualidade para o consumo humano.

A definição de técnicas de manejo para a reprodução de espécies comestíveis, ornamentais e forrageiras fornecerá conhecimentos que subsidiem a obtenção de novas espécies com potencialidade para a criação na região. Com isso, alguns ciclos de criação terão um pacote tecnológico que alavancarão alguns animais de cadeias extrativistas para o início de uma cadeia produtiva, atendendo à demanda de criadores e incentivando a ocupação das áreas degradadas na Amazônia pela piscicultura. Os agricultores familiares também serão atendidos com criações menores de produção de alevinos e criação de espécies forrageiras para fins alimentícios e ornamentais, reduzindo a pressão pesqueira sobre os estoques naturais.

Riscos e dificuldades

Considerando que estaremos trabalhando com a nutrição e reprodução das espécies nativas selecionadas, os experimentos não poderão ser feitos em qualquer época do ano. Portanto, eventuais atrasos na liberação dos recursos provenientes de editais podem acarretar atrasos na execução das atividades previstas, bem como na correta distribuição dos recursos disponibilizados para o projeto, considerando o envolvimento de parceiros externos. Existem poucos estudos que abordaram induções de espermiogênese e ovogênese em espécies aquáticas da Amazônia Oriental, bem como estudos sobre aspectos relacionados aos fatores e mecanismos indutores das mesmas com abordagens celulares e moleculares. Essa é uma grande diferença em relação a outras espécies de peixes temperados, sobre os quais extensas pesquisas são realizadas. Para driblar essa dificuldade, serão utilizados moldes de desenhos experimentais de sucesso em outras espécies.

As abordagens metodológicas empregadas foram cuidadosamente planejadas e discutidas, para que sejam evitados desperdícios de tempo em

técnicas laboratoriais dispendiosas e laboriosas. A mortalidade sucessiva dos lotes a serem utilizados (principalmente por bacterioses) e/ou o não atendimento aos recursos previstos podem comprometer a execução das atividades relacionadas à nutrição. No entanto, o PC de BPMs irá investigar essas patologias, o que irá propiciar o conhecimento e a investigação de patógenos oportunistas e alterações metabólicas que podem afetar os animais.

Medidas de segurança ambiental, biológica e pessoal

Todos os experimentos serão submetidos ao comitê de ética animal local para prévia avaliação. Em todos, será observada a segurança da equipe e a ética na manipulação dos animais experimentais (como, por exemplo, o uso de anestésicos para evitar dores nos animais). Para os trabalhos laboratoriais, serão seguidas regras de segurança, principalmente relacionadas com a organização. Experimentos de risco serão informados aos colegas de trabalho. Os reagentes com prazo de validade vencido, perigoso ou não, terão seu frasco acondicionado em saco plástico transparente e serão encaminhados à Comissão de Segurança. Todos os recipientes vazios que contenham reagentes (garrafas, frascos, sacos, etc.) serão lavados em água corrente antes de serem descartados. As vidrarias quebradas serão armazenadas nos laboratórios em recipientes apropriados (plásticos ou metálicos). Todos os géis de agarose ou acrilamida contendo menos de 5 mg/mL de brometo de etídio (a concentração usual é de 0,5 mg/mL) serão descartados nos próprios laboratórios. Misturas contendo fenol, b-mercaptoetanol, álcool isoamílico ou outro solvente tóxico serão descartadas nos próprios laboratórios em garrafas apropriadas. Quando cheias, a Comissão de Segurança será avisada. Todo material contaminado por microrganismos, qualquer organismo geneticamente modificado ou derivado biológico que ofereça risco será autoclavado ou tratado com solução concentrada de hipoclorito ou lisofórmio antes do descarte. Todo material pontiagudo ou cortante, como, por exemplo, lâminas de bisturi, agulhas, estiletes, etc., serão desprezados em um frasco plástico de paredes grossas e tampa de rosca, o qual será identificado, mantido fechado e descartado no lixo comum, com a devida identificação.

Para a captura e transporte dos animais aquáticos, serão providenciadas licenças junto aos órgãos competentes (Ibama e Sectam). A licença para organismos geneticamente modificados será obtida um Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB) junto à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), com a instalação de uma CIBio na Unidade, para o desenvolvimento de futuros projetos nos laboratórios (tendo-se como base a Instrução Normativa de 20 de junho de 2006 da CTNBio).

Estratégia de gestão do projeto em rede

A Amazônia Oriental atravessa um período de intenso desenvolvimento. No entanto, os sistemas de cultivo utilizados para a produção de organismos aquáticos são incipientes, não possuem avanços nas áreas de nutrição, reprodução, utilizam poucas espécies nativas e algumas criações podem causar impactos ambientais negativos. Esse quadro pode e deve ser modificado. Portanto, foi elaborado o presente programa, que está formatado em seis PCs integrados que abrangem o tema central da pesquisa por meio da intensificação e revitalização das pesquisas para gestão da aqüicultura na região. Pretende-se que o programa seja implantado e reavaliado periodicamente, e as pesquisas desenvolvidas servirão de base para as etapas subseqüentes, com os animais manejados e alimentados com as formulações de rações desenvolvidas, de baixo impacto ambiental e de maior valor nutricional, com maior resistência a doenças e estresse, resultando em pescado de melhor qualidade nutritiva e sanitária com um padrão comercial competitivo de alto valor agregado e retorno econômico. Esse desencadeamento de ações seqüenciais no sistema de produção aquícola será avaliado com a implantação das unidades demonstrativas, por meio da verificação da existência de sinergismo entre as ações acima, necessárias para a sustentabilidade da aqüicultura. A consolidação dessa integração se dará pelo desenvolvimento e implantação de um sistema informatizado que permitirá o intercâmbio de informações entre os participantes do projeto e atualização de um banco de dados sobre esse tema.

A gestão do projeto será realizada pela constituição de um grupo gestor formado pelos responsáveis pelos PCs e coordenado pelo líder do projeto.

Esse grupo gestor, por meio de reuniões periódicas de planejamento, acompanhamento e avaliação, tratará de todas as questões técnicas, administrativas e gerenciais, bem como da integração e da natureza transversal de todos os PCs. Em estreita e perfeita harmonia com a liderança do projeto, esse grupo gestor deverá também coordenar as relações com os diferentes atores sociais que compõem a cadeia produtiva da aqüicultura. As entrevistas e a aplicação dos questionários serão realizadas por pessoal treinado e com efetiva participação do produtor ou responsável pela geração dessas informações. Esse projeto será coordenado pela Embrapa Amazônia Oriental e conduzido com a cooperação das demais unidades da Embrapa na região. Serão elaborados relatórios do projeto contendo resultados pertinentes às ações dos PCs, divulgação das atividades em fóruns de pesquisa, divulgação de resultados em veículos de comunicação da área técnica, com busca de recursos em editais e organização/participação em rodadas de discussão.

Referências

AFUANG, W.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Comparative nutritional evaluation of raw, methanol extracted residues and methanol extracted of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance and feed utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v. 34, n. 13, p. 1147-1159, Nov. 2003.

ANDLID, T.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. E.; GUSTAFSSON, L. Yeasts isolated from the intestine of rainbow trout adhere to and grow in intestinal mucus. **Molecular Marine Biology and Biotechnology**, New York, v. 7, n. 2, p. 115-126, Jun. 1998.

ANDO, H.; SWANSON, P.; URANO, A. Regulation of LH synthesis and release by GnRH and gonadal steroids in masu salmon. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n.1-4, p. 61-63, Mar. 2003.

BARDÓCZ, S.; GRANT, G.; BROWN, D. S.; RALPH, A. E.; PUSZTAI, A. Polyamines in food -implications for growth and health. **The Journal of Nutrition Biochemistry**, v. 4, n. 2, p. 66-71, Feb. 1993.

BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SÁ, M. V. C. Farinha de sangue tostada em dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 5-13, 2004.

BENJAMIN, M. The cell types in the adenohypophysis of the marine teleost *Crenilabrus melops*. **Acta Zoologica**, v. 60, n. 2, p. 105-113, 1979.

BERLINSKY D. L.; WILLIAN K.; HODSON R. G.; SULLIVAN C. V. Hormone induced spawning of summer flounder *Paralichthys dendatus*. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 28, n. 1, p. 143-152, Mar. 1997.

BHANDARI R. K.; TANIYAMA S.; KITAHASHI T.; ANDO H.; YAMAUCHI K.; ZOHAR Y.; UEDA H.; URANO A. Seasonal changes of responses to gonadotropin-releasing hormone analog in expression of growth hormone/ prolactin/somatolactin genes in the pituitary of masu salmon. **General and Comparative Endocrinology**, v. 130, n. 1, p. 55-63, Jan. 2003.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: GIA, 2003.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot succulenta*) na alimentação de alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 1397-1402, 2002.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; WOOD, C. W. Pond soil characteristics and dynamics of soil organic matter and nutrients. In: BURKE, D.; BAKER, J.; GOETZE, B.; CLAIR, D.; EGNA, H. (Ed.). **Pond dynamics /Aquaculture CRSP**. Corvallis: Office of International Research and Development, Oregon State University, 1997. p. 11-25. (Fifteenth Annual Technical Report 1996-1997).

BRAUGE, C.; CORRAZE, G.; MEDALE, F. Effects of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth, performance, body composition, nitrogen excretion and plasma glucose levels in rainbow trout reared At 8°C Or 18°C. **Reproduction Nutrition Development**, v. 35, n. 3, p. 277-290, 1995.

BROMAGE N.; JONES J.; RANDALL C.; THRUSH M.; SPRINGATE J.; DUSTON J.; BARKER G. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 100, n. 1-3, p. 141-166, Jan. 1992.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**, v. 481, n. 1-3, p. 125-136, Aug. 2002.

BUTS, J. P.; KEISER, N. E.; RAEDEMAEKER, L. Saccharomyces boulardii enhances rat intestinal enzyme expression by endoluminal release of polyamines. **Pediatric Research**, v. 36, n. 4, p. 522-526, Oct. 1994.

CAMARGO, A. C. S.; VIDAL JUNIOR, M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE, D. R. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 409-415, 1998.

CAMPBELL, M. K. **Biochemistry**. 2. ed. Philadelphia, USA: Saunders College Publishing, 1991. 657 p.

CAVERO, B. A. S. **Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de pirarucu, *Arapaima Gigas*, (Cuvier, 1829)**. 2004. 79 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal de Manaus, Manaus.

CECCARELLI, P. S.; FIGUEIRA, L. B.; LIMA, C. L. B. F. DE; OLIVIERA, C. A. Observações sobre a ocorrência de parasitos no CEPTA entre 1983 e 1990. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 3, p. 43-54, 1990.

CHIEN, Y. H.; LAI, H. T.; LIU, S. M. Modeling the effects of sodium chloride on degradation of chloramphenicol in aquaculture pond sediment. **Science of Total Environment**, v. 239, n. 1-3, p. 81-87, Oct. 1999.

DEGANI, G.; GOLDBERG, D.; TZCHORI, I.; HURVITZ, A.; YOM DIN, S.; JACKSON, K. Cloning of european eel (*Anguilla anguilla*) FSH-beta subunit, and expression of FSH-beta and LH-beta in males and females after sex determination. **Comparative Biochemical and Physiology B**, v. 136, n. 2, p. 283-293, Oct. 2003.

DONALD, L.; GARLING, D. L.; WILSON, R. P. Optimum dietary protein to energy ratios for channel catfish fingerlings, *Ictalurus Punctatus*. **Journal of Nutrition**, v. 106, n. 9, p. 1368-1375, Sep. 1976.

DUAN, Q.; MAI K.; ZHONG H.; SI, L.; WANG, X. Studies on the nutrition of the large yellow croaker, *Pseudosciaena Crocea* R. 1: growth response to graded levels of dietary protein and lipid. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 46-52, Dec. 2001. Supplement 1.

ERFANULLAH, A. K. J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish, *Clarias Batrachus*. **Aquaculture**, v. 161, n. 1-4, 159-168, Feb. 1998.

FONSECA, F. A. L. **Substituição de farinha de peixe por proteína de origem vegetal com adição de protease exógena na digestibilidade da ração para juvenis de pirarucu (*Arapaima Gigas*)**. 2004. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

FONTAINE M. Physiological mechanisms in the migration of marine and amphihaline fish. **Advances in Marine Biology**, v. 13, p. 241-235. 1975.

GARCIA-CAMPAYO V.; BOIME, I. Novel recombinant gonadotropins. **Trends Endocrinology Metabolism**, v. 12, n. 2, p. 72-77, 2001.

GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: EdUnesp, 2003.

GATLIN, D. M. Nutrition and fish health. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Ed.). **Fish nutrition**. San Diego, USA: Academic Press, 2002. p. 671–702.

GESAMP-Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. **Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture**. Roma, 1997. 40 p. (GESAMP. Reports and Studies, 65).

GODINHO, H. P.; SANTOS, J. E.; FORMAGIO, P. S.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Acta Zoologica**, v. 86, n. 4, p. 289–294, Oct. 2005.

GUERRA, H.; REBAZA, M.; ALCÂNTARA, F.; REBAZA, C.; DEZA, S.; TELLO, S.; CORTEZ, J.; PADILLA, P.; MONTREUIL, V.; TELLO, G. **Cultivo y procesamiento de peces nativos**: uma proposta productiva para la Amazonia Peruana. Loreto, Peru: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2000.

HAIRSTON, J. E.; KOWN, S.; MEETZE, J.; NORTON, E. L.; DAKES, P. L.; PAYNE, V.; ROGERS, K. M. **Protecting water quality on Alabama farms**. Montgomery: Alabama Soil and Water Conservation Committee, 1995.

HELLQVIST, A.; SCHMITZ M.; LINDBERG, C.; OLSSON, P. E.; BORG, P. LH- β and FSH- β mRNA expression in nesting and post-breeding three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, and effects of castration on expression of LH- β , FSH- β and spiggin mRNA. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 25, n. 4, p. 311–317, 2001.

HIRAI, T.; SHIBATA, Y.; MATSUDA, M.; YOSHIKUNI, M.; NAGAHAMA, Y. Glycoprotein hormone receptor family in medaka (*Oryzias latipes*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 345–346, 2003.

HUANG, C. H.; SEDLAK, D. L. Analysis of estrogenic hormones in municipal wastewater effluent and surface water using enzyme-linked immunosorbent assay and gas chromatography/tandem mass spectrometry. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 20, n. 1, p.133-139, 2001.

IBAMA. **Portaria n. 145 de 29 de outubro de 1998**. Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aqüicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Disponível em: <http://200.198.202.145/seap/pdf/legislacao/PortariaIBAMA145_1998.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2007.

ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 3, p. 255-259, 2005.

JANTRAROTAI, W.; SITASIT, P.; JANTRAKOTAI, P. Protein and energy levels for maximum growth, diet utilization, yield of edible flesh and protein sparing of hybrid clarias catfish (*Clarias Macrocephalus* X *Clarias Gariepinus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 29, n. 3, p. 281-289, 1998.

JÉGUA, M. ; KEITH, P. Le bas Oyapock limite septentrionale ou simple étape dans la progression de la faune des poissons d'Amazonie occidentale. **Life Sciences**, v. 322, n. 12, p. 1133-1143, 1999.

KARUNASAGAR, I.; PAI, R.; MALATHI, G. R.; KARUNASAGAR, E. I. Mass mortality of penaeus monodon larvae due to antibiotic-resistant *vibrio harveyi* infection. **Aquaculture**, v. 128, n. 3-4, p. 203-209, Dec. 1994.

KASUTO, H.; LEVAVI-SIVAN, B. Production of biologically active tethered tilapia LHBetaalpha by the methylotrophic yeast *Pichia pastoris*. **General and Comparative Endocrinology**, v. 140, n. 3, p.222-232, Feb. 2005.

KHAN, M. S. S; ANG, K. J.; AMBAK, M. A.; SAAD, C. R. Optimum dietary protein requirement of malaysian fresh water catfish, *Myxus Nemurus*. **Aquaculture**, v. 112, n. 2-3, p. 227-235, May 1993.

KLENKE, U.; ZOHAR, Y. Gonadal regulation of gonadotropin subunit expression and pituitary Lh protein content in female hybrid striped bass. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 25-27, Mar. 2003.

KOICHIRO, G.; YAMAGUCHI, S.; OKUZAWA, K.; KUMAKURA, N.; TANAKA, H.; KAGAWA, H. Physiological roles of FSH and LH in red seabream, *Pagrus major*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 77-80, Mar. 2003.

KOMOURDJIAN, M. P.; FENWICK, J. C.; SAUNDERS, R. L. Endocrine-mediated photostimulation of growth in Atlantic salmon. **Canadian Journal of Zoology**, v. 67, n. 6, p. 1505-1509, 1989.

KOMOURDJIAN, M. P.; SAUNDERS, R. L. Cells with affinity for periodic acid schiff are present in the pars intermedia of Atlantic salmon. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. 12, p. 3105-3108, 1991.

KUMAKURA, N.; OKUZAWA, K.; GEN, K.; YAMAGUCHI, S.; LIM, B. S.; KAGAWA H. Effects of gonadotropin-releasing hormone on pituitary-ovarian axis of one-year old pre-pubertal red seabream. **Genetic and Comparative Endocrinology**, v. 138, n. 2, p. p.105-112. Sep. 2004.

LI, Y.; LIU, X.; ZHANG, Y.; ZHU, P.; LIN, H. Molecular cloning, characterization and distribution of two types of growth hormone receptor in orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 152, n. 1, p. 111-122, May 2007.

LOVELL, R. T. **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267 p.

LOWE-MCCONNEL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

MARTINS, M. L.; ONAKA, E. M.; MORAES, F. R.; BOZZO, F. R.; PAIVA, A. M. F. C.; GONÇALVES, A. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.

MEYER, G.; FRACALLOSSI, D. M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia Quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v. 240, n. 1-4, p. 331-343, Oct. 2004.

MIRANDA, L. A.; GUILGUR, L. G.; SOMOZA, G. M. Molecular cloning of cDNAs encoding FSH- β and LH- β subunits in the pejerrey fish, *Odontesthes bonariensis*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 101-102, Mar. 2003.

MOURA CARVALHO, L. O. D.; NASCIMENTO, C. N. B. **Engorda de pirarucus (*Arapaima Gigas*) em associação com búfalos e suínos**. Belém, PA: Embrapa Cpatu, 1992. (Embrapa Cpatu. Circular Técnica, 65).

NARAYAN, P.; WU, C.; PUETT, D. Genetic engineering of single-chain gonadotropins and hormone-receptor fusion proteins. **Methods**, v. 21, n. 1, p. 59-66, May 2000.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKS, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, p. 1017-1024, Jun. 2000.

NG, W. K.; SOON, S. C.; HASHIM, R. The Dietary requirement of bagrid catfish, *Mystus Nemurus* (Cuvier & Valenciennes), determined using semipurified diets of varying protein levels. **Aquaculture Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 45-51, Mar. 2001.

OLIVEIRA, A. M. **Aspectos fisiológicos do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) alimentado com dietas suplementadas por frutos e sementes de áreas alagadas**. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

ORTUÑO, J.; CUESTA, A.; RODRÍGUEZ, A.; ESTEBAN, M. A.; MESEGUER, E. J. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). **Veterinary Immunology Immunopathology**, v. 85, n. 1-2, p. 41–50, Feb. 2002.

PADILHA, P.; ISMIÑO, R.; MIRANDA, M. **Crecimiento de juveniles de “paiche”, *Arapaima Gigas*, alimentados con dietas artificiales con diferentes niveles de proteína**. Disponível em: <[Http://www.liap.org.pe/avances_investigacion_temas.htm#1](http://www.liap.org.pe/avances_investigacion_temas.htm#1)>. Acesso em: 13 mar. 2007

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus Punctatus*). **Journal of Nutrition**, v. 103, n. 1, p. 1339-1346. 1973.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, C. J.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: EDUEM, 2002. 305 p.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; PINTO, L. G. Q. Digestibilidade aparente da material seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

PEZZATO, L. E. **Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu (*Piaractus Mesopotamicus*)**. 1990. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 448 p.

SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. **Aquaculture**, v. 54, n. 3, p. 205-240, Jun. 1986.

SAMUELSEN, O. B. Degradation of oxytetracycline in seawater at two different temperatures and light intensities, and the persistence of oxytetracycline in the sediment from a fish farm. **Aquaculture**, v. 83, n. 1-2, p. 7-16, Dec. 1989.

SANZ, A.; SUAREZ, M. D.; HIDALGO, M. C. Feeding of the European Eel, *Anguilla anguilla*. III. Influence of the relative proportions of energy yielding nutrients. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 105, n. 1, p. 177-182, 1993.

SCHMIDT, A. S.; BRUUN, M. S.; DALSGAARD, I.; PEDERSEN, K.; LARSEN, J. L. Occurrence of antimicrobial resistance in fish - pathogenic and environmental bacteria associated with four danish rainbow trout farms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 11, p. 4908-4915, Nov. 2000.

SCHMITZ, M.; AROUA, S.; VIDAL, B.; LE BELLE, N.; ELIE, P.; DUFOUR, S. Differential regulation of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone expression during ovarian development and under sexual steroid feedback in the European eel. **Neuroendocrinology**, v. 81, n. 2, p. 107-19. 2005,

SHEIN, N. L. M.; TAKUSHIMA, M.; NAGAE, M.; CHUDA, H.; SOYANO, K. Molecular cloning of gonadotropin cDNA in sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 107-108, Mar. 2003.

SHIAU, S. Y.; LAN, C. W. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus Malabaricus*). **Aquaculture**, v. 145, n. 1-4, p. 259-266, Oct. 1996.

SHIMIZU, A.; KAGAWA, H.; TANAKA, H. Immunocytochemical identification of gonadotrophs (FSH cells and LH cells) in various perciform fishes using antisera raised against synthetic peptides. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 1-4, p. 109-110, Mar. 2003a.

SHIMIZU A. T.; SAKAI, K.; HONDA, N. H. Universal antisera for immunocytochemical identification of two different gonadotrophs in acanthopterygian fishes. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 29, n. 4, p. 275-287, Dec. 2003b.

SILVA, E. M. P.; PEZZATO, L. E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1273-1289, 2000.

SIWICKI, A. K.; ANDERSON, D. P. E.; RUMSEY, G. L. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v. 41, n. 1-2, p. 125-139, May 1994.

SOLIMAN, A. K. Evaluation of dehydrated Egyptian clover meal, artichoke and atriplex leaves in diet of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings....** Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p. 197-202.

TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura ao alcance de todos**. São Paulo: Nobel, 1991.

TENDENCIA, L. A.; LA PEÑA, L. D. Antibiotic resistance of bacteria from shrimp ponds. **Aquaculture**, v. 195, n. 3-4, p. 193-204, Apr. 2001.

TOVAR-RAMÍREZ, D.; ZAMBONINO-INFANTE, J. L.; CAHU, C.; GATESOUE, F.J.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. E.; LÉSEL, R. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. **Aquaculture**, v. 204, n. 1-2, p. 113-123, Jan. 2002.

TOVAR-RAMÍREZ, D.; ZAMBONINO INFANTE, J.; CAHU, C.; GATESOUBE, F. J. E.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development . **Aquaculture**, v. 234, n. 3-4, p. 415-427, Feb. 2004.

VAL, A. L. E.; HONCZARYK, A. A Criação de peixes na Amazônia: um futuro promissor. In: VAL, A. L. E; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. p. 160.

VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura no Brasil: bases para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: CNPq/MCT, 2000. 399 p.

VENKAT, H. K.; SAHU, N. P. E.; JAIN, K. K. Effect of feeding lactobacillus-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), **Aquaculture Research**, v. 35, n. 5, p. 501-507, Apr. 2004.

VENEGUE, A. M. L.; ORSL, E. M. L. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis Paranae* (Eigenmann) (*Osteichthyes characidae*) do Ribeirão das Marrecas, Bacia do Rio Tibagi, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 2003.

WATANABE, W. O.; ELLIS, S. C.; CHAVES, J. Effects of dietary lipid and energy to protein utilization of juvenile mutton snapper *Lutjanus analis* fed isonitrogenous diets and two temperatures. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 1, p. 30-40, Mar. 2001.

WEBSTER, C. D.; TIDWELL, J. H.; YANCEY, D. H. Effect of protein level and feeding frequency on growth and body composition of cage reared channel catfish. **Progressive Fish Culturist**, v. 54, n. 2, p. 92-96, Apr. 1992.

WELTZIEN, F. A.; TARANGER, G. L.; KARLSEN O.; NORBERG, B. Spermatogenesis and related plasma androgen levels in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.132, n. 3, p. 567-75, Jul. 2002.

WESTON, D. P. Environmental considerations in the use of antibacterial drugs in aquaculture. In: BAIRD, D. J. (Ed.). **Aquaculture and water resource management**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 219 p.

ZHOU L.; WANG Y.; YAO B.; LI, C. J.; JI, G. D.; GUI, J. F. Molecular cloning and expression pattern of 14 kDa apolipoprotein in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. **Comparative Biochemistry Physiology – Part B: Biochemistry Molecular Biology**, v. 142, n. 4, p. 432-437, 2005.



Amazônia Oriental